

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 9 月 22 日 (22.09.2005)

PCT

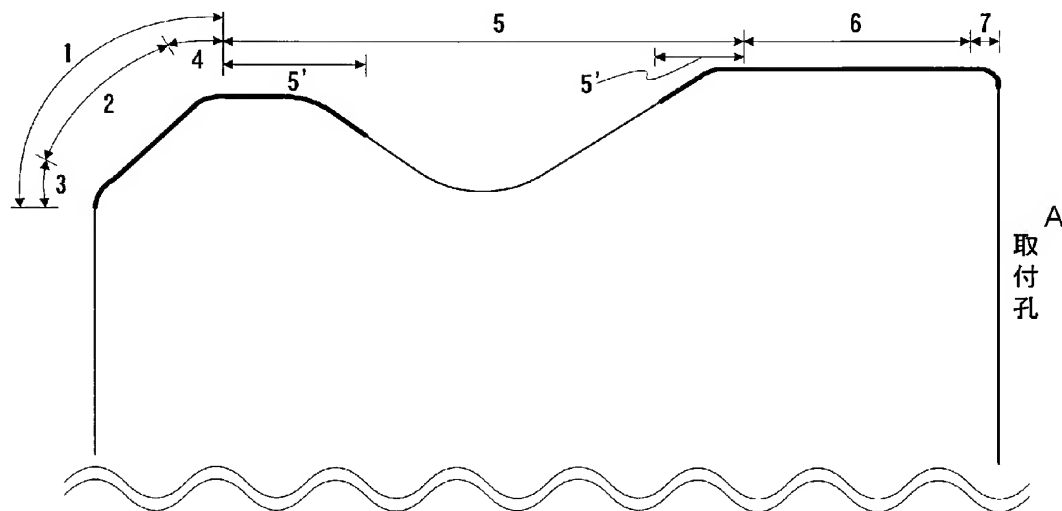
(10) 国際公開番号  
WO 2005/087417 A1

- (51) 国際特許分類: B23B 27/14 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 実 (ITO, Minoru) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP). 森口 秀樹 (MORIGUCHI, Hideki) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電工工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 坂本 明 (SAKAMOTO, Akira) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電工ハードメタル株式会社内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/004295
- (22) 国際出願日: 2005 年 3 月 11 日 (11.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (74) 代理人: 山野 宏 (YAMANO, Hiroshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 6 丁目 1 番 3 号 アストロ新大阪第 2 ビル 10 階 啓明特許事務所 Osaka (JP).
- 特願2004-071745 2004 年 3 月 12 日 (12.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電工ハードメタル株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC HARDMETAL CORP.) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: COATED CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 被覆切削工具



A... ATTACHING HOLE

(57) Abstract: A coated cutting tool having a ceramic film on its cemented carbide parent material. The parent material is provided with a cutting edge having round honing or combination honing applied thereto, a breaker and a seat surface which are disposed in a scoop surface leading to the cutting edge, and an attaching hole for holder fixing purposes, the nose radius being 1.6 mm or more. The ceramic film is provided with an  $\alpha$  type aluminum oxide film. And, the interior of the honing section, the honing clearance surface side, and the honing scoop surface side have a ten-point average roughness (Rz) (reference length 5  $\mu$ m) of 0.2  $\mu$ m or less, and the top of the breaker, the seat surface, and the periphery of the attaching hole have a ten-point average roughness (Rz) of 0.5  $\mu$ m or less.

[続葉有]

WO 2005/087417 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 超硬合金母材上にセラミックス膜を具える被覆切削工具である。母材には、丸ホーニング又はコンビネーションホーニングが施された刃先稜線部と、刃先稜線部に繋がる掬い面に設けられたブレーカ部及び座面と、ホルダ固定用の取付孔とを具え、ノーズ半径を1.6mm以上とする。セラミックス膜は、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を具える。そして、ホーニング部の内部、ホーニング部の逃げ面側部、及びホーニング部の掬い面側部の十点平均粗さRz(基準長さ5 $\mu$ m)を0.2 $\mu$ m以下、ブレーカ部の上部、座面、及び取付孔周りの十点平均粗さRzを0.5 $\mu$ m以下とする。

## 明 細 書

### 被覆切削工具

### 技術分野

[0001] 本発明は、大切込み及び高送りといった高負荷の切削加工に適した被覆切削工具、及びこの工具を用いた切削方法に関するものである。特に、耐熱亀裂性に優れることで工具寿命が長く、高能率加工が可能な被覆切削工具、及びこの工具を用いた切削方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来、切削工具として、超硬合金からなる母材上にセラミックスからなる被覆膜を具えるものが知られている。例えば、鉄道の車輪などの粗加工を行う切削工具では、強度に優れるチップ、具体的には、丸型チップを代表とするノーズ半径(コーナー半径)が大きく、刃先稜線部にホーニング処理が施されたチップが利用されている。鉄道の車輪などの被削材は、大型であるため、製造の際、焼入れ時の硬度ムラや、熱間鍛造時の寸法ムラによる切削加工時の取しろムラなどが生じ易い。従って、安定した加工を行うには、十分に強度の高いチップが求められる。また、ノーズ半径が大きいチップは、切屑を薄くすることができる他、送りを大きくすることができるため、高能率加工が可能である。

[0003] 一方、工具寿命の安定性向上を図るべく、刃先部分に表面処理を施した被覆切削工具が知られている。例えば、特許文献1〜4には、刃先稜線部にセラミックス膜を設けない、或いは刃先稜線部のセラミックス膜を除去する構造、特許文献5、6では、刃先稜線部のセラミックス膜を薄くした構造の被覆切削工具が記載されている。特許文献7には、最外層に微細な結晶からなる酸化アルミニウム膜を被覆することが、特許文献8には、セラミックス膜の表面を平滑にすることがそれぞれ記載されている。また、特許文献9、10には、セラミックス膜において、刃先稜線部の最外層と、その他の部分の最外層との膜種を異ならせることが記載されている。

[0004] 特許文献1:特公昭48-37553号公報

特許文献2:特開昭48-58470号公報

特許文献3:特開昭55-150941号公報

特許文献4:特開昭60-24371号公報

特許文献5:特開昭59-219122号公報

特許文献6:特許第1805360号公報

特許文献7:特許第2138025号公報

特許文献8:特許第2105396号公報

特許文献9:特許第2825693号公報

特許文献10:特許第3006453号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかし、従来の切削工具では、鉄道の車輪などの大型の被削材を粗加工するといった高負荷の切削加工において、工具トータルでの性能をより向上させることが困難であり、工具寿命がより長く、安定した加工が行える切削工具が求められている。
- [0006] 上記のように鉄道の車輪などの粗加工は、例えば、切込み3.5mm程度、送り速度2.0mmといった、大切込み及び高送りの高負荷の加工である。そのため、従来、上記粗加工には、高強度の丸型チップなどのノーズ半径が大きい切削工具が使用されていた。また、上記のような高負荷の切削加工による欠損を防止するべく、刃先稜線部に丸ホーニングやコンビネーションホーニングが施された切削工具が使用されていた。しかし、刃先稜線部に上記のようなホーニング処理を行うことに加えて、ノーズ半径が大きいことから、主分力や背分力が高く、かつ高送り加工のために切削幅が広くなることから切削熱を上昇させることになり、工具に熱亀裂が発生し易い。そして、多くの場合、この熱亀裂からの欠損が工具寿命となっていた。更に、上記のように切削幅が広いことから切屑も大きくなるため、切屑の処理が難しく、切屑による工具欠損、具体的にはブレーカ部や、チップをホルダに固定するための取付孔近傍などに切屑が衝突して欠損が発生する恐れがある。従って、鉄道の車輪などの粗加工といった高負荷の切削加工を行うにあたり、上記のような熱亀裂や切屑の接触などによる工具欠損を抑制して、工具寿命を延長し、安定した加工が行える切削工具が求められている。

[0007] 特許文献1〜6に記載される被覆切削工具では、刃先稜線部に被覆膜がない、或いは被覆膜が薄いことで、上記のような高負荷の切削加工に対して耐摩耗性が不足する。特許文献7に記載される被覆切削工具では、被覆膜の最外層に酸化アルミニウム膜を用いることで、使用済み箇所(コーナー)の識別が行いにくいだけでなく、上記のような高負荷の切削加工を行う場合、酸化アルミニウムの結晶粒径が細かすぎることで熱亀裂によるチッピングを抑制しにくい。特許文献10に記載される被覆切削工具では、刃先稜線部において熱伝導率の低い酸化物膜を除去し、酸化物以外の膜を露出させた構成としているため、熱亀裂による損傷を抑制しにくい。特許文献8、9に記載される被覆切削工具では、刃先稜線部の損傷をある程度抑制することができるが、ブレード部や取付孔周りの損傷の抑制について何ら考慮されていない。

[0008] そこで、本発明の主目的は、特に高負荷の切削加工を行う際、工具の総合的な性能をより向上させることができ、工具寿命がより長い被覆切削工具を提供することにある。

[0009] また、本発明の別の目的は、上記被覆切削工具を用いた効率的な切削加工が可能な切削方法を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0010] 本発明は、母材の組成、セラミックス膜の膜質及び膜厚の最適化に加え、損傷が発生し易い部分を特定し、これらの部位に適した表面処理を施す、具体的には平滑にすることで上記目的を達成する。

[0011] 即ち、本発明は、母材上にセラミックス膜を具える被覆切削工具であって、以下の構成を具えるものである。

[0012] (母材)

#### <組成>

硬質相:周期律表4a、5a、6a族金属の炭化物(WCを除く)、窒化物及び炭窒化物よりなる群から選ばれる1種以上の金属化合物と、WCとからなる

WCの体積に対する前記金属化合物の合計体積の割合:1.5〜20%

WCの平均粒径:1〜5  $\mu\text{m}$

結合相:1種以上の鉄族金属からなる

少なくともCoを含む

母材全体の体積に対する結合相の体積割合:7〜20%

<形状>

ホーニング部を有する刃先稜線部と、刃先稜線部に繋がる掬い面に設けられたブレーカ部及び座面と、ホルダに固定するための取付孔とを具える

ホーニング部:丸ホーニング又はコンビネーションホーニングが施されている

ノーズ半径:1.6mm以上

[0013] (セラミックス膜)

<膜質>

$\alpha$  型酸化アルミニウム膜と、

周期律表4a、5a、6a族金属の炭化物、窒化物、酸化物、炭窒化物、炭酸化物、炭窒酸化物、硼窒化物、硼炭窒酸化物及び酸化アルミニウムよりなる群から選ばれる1種以上の化合物膜と、を具える

<膜厚>

$\alpha$  型酸化アルミニウム膜の膜厚:2〜12  $\mu\text{m}$

セラミックス膜全体の膜厚:3〜25  $\mu\text{m}$

<組織>

$\alpha$  型酸化アルミニウム膜:同膜を構成する結晶粒子のうち、粒径3〜5  $\mu\text{m}$ の粒子が同膜の表面部において面積比で5〜80%存在する

[0014] (表面処理)

ホーニング部の内部、ホーニング部の逃げ面側部、及びホーニング部の掬い面側部の表面粗さ:十点平均粗さ $R_z$ (基準長さ5  $\mu\text{m}$ )で0.2  $\mu\text{m}$ 以下

ブレーカ部の上部、座面、及び取付孔周りの表面粗さ:十点平均粗さ $R_z$ (基準長さ5  $\mu\text{m}$ )で0.5  $\mu\text{m}$ 以下

[0015] また、本発明切削方法は、上記被覆切削工具を用いて、工具送り速度0.5mm/rev.以上で被削材を切削することを特徴とする。

[0016] 以下、本発明をより詳しく説明する。まず、本発明被覆切削工具を説明する。  
(母材)

本発明において母材は、上記特定の金属化合物及びWCからなる硬質相と、1種以上の鉄族金属からなる結合相とからなる超合金にて形成したものをを用いる。特に、本発明では、WCの体積に対する上記金属化合物の合計体積の割合を1.5%以上20%以下とする。この割合が1.5%未満では、高負荷の切削に耐え切れず塑性変形を起こす恐れがあり、20%超では、熱亀裂が発生し易くなる。より好ましくは、3.0%以上16.0%以下である。

[0017] また、WC結晶粒の平均粒径は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下とする。この平均粒径が $1\mu\text{m}$ 未満では、熱亀裂の進展を抑制しにくく、 $5\mu\text{m}$ 超では、大きすぎてWC自体が破壊し易くなってやはり熱亀裂の進展を抑えることが難しくなる。より好ましい平均粒径は $1.5\mu\text{m}$ 以上 $4.0\mu\text{m}$ 以下である。WCの粒径は、例えば、原料の粒径を調整したり、焼結温度を調整することで制御することができる。なお、母材中のWCの平均粒径は、特定の範囲に存在するWCの粒径を測定し、これらの平均を計算により求めるとよい。WCの粒径の測定は、例えば、画像解析による方法や、直接長さを測定する方法などが挙げられる。

[0018] 結合相には、少なくともCoを含むものとする。従って、Coのみとしてもよいし、Coと他の鉄族金属とを組み合わせ用いてもよい。そして、母材全体の体積に対する結合相の体積割合を7%以上20%以下とする。この体積割合が7%未満では、高負荷の切削に耐え切れず欠損を生じやすく、20%超では、結合相が多過ぎて母材が軟らかくなり塑性変形を起こし易い。より好ましい体積割合は、9%以上14%以下である。

[0019] 母材は、切れ刃となる刃先稜線部と、この刃先稜線部につながる掬い面、及び逃げ面を具えるものとする。刃先稜線部には、高負荷の切削による欠損を防止するべく、ホーニング処理を施したホーニング部を具えるものとする。具体的には、丸ホーニング又はコンビネーションホーニングを施す。掬い面には、切削中の切屑を破断して細かくさせるためのブレーカ部と、ブレーカ部に繋がる座面とを設ける。また、母材には、本発明工具をホルダに固定するための取付孔を設ける。そして、高負荷の切削でも効率よく切削加工ができるようにノーズ半径を大きくとる。具体的には、1.6mm以上とする。特に、ノーズ半径が最も大きくなる丸型チップとしてもよい。

[0020] 更に、母材の表層部には、熱亀裂の進行を効果的に抑制するために靱性の高い

強靱層を具えることが好ましい。具体的には、平均ビッカース硬度(500g荷重)が母材内部よりも0.3〜1.5GPa低い領域を表層部に具えるとよい。この強靱層の厚みは、深さ方向に2〜50  $\mu\text{m}$ が好ましい。硬度差が0.3GPa未満、厚みが2  $\mu\text{m}$ 未満では、十分な靱性が得られず熱亀裂の抑制効果が得られにくく、硬度差が1.5GPa超、厚みが50  $\mu\text{m}$ 超では、靱性に優れる反面、軟らかすぎて塑性変形を引き起こしたり、表面硬度が低下して耐摩耗性が低下する。より好ましい硬度差は、0.7GPa以上1.3GPa以下、厚みは、10  $\mu\text{m}$ 以上35  $\mu\text{m}$ 以下である。

[0021] 上記強靱層の形成は、従来行われている方法、例えば、予め原料粉末に窒化物を添加しておき、焼結時に脱窒現象を利用する方法にて行うことが挙げられる。平均ビッカース硬度の調整は、例えば、原料のWCの粒度、原料粉末の混合時間、焼結温度及び焼結時間などを調整することで行うことができる。強靱層の厚さを変化させるには、予め母材に添加する窒素の量を調整することが挙げられる。強靱層の厚みは、例えば、刃先部付近の断面を光学顕微鏡により観察して厚みを計るとよい。

[0022] ホーニング処理として、チャンファホーニングに丸ホーニングを組み合わせたコンビネーションホーニングを施している場合、上記強靱層は、ホーニング部の内部となるチャンファ部を除く部分に具えることが好ましい。特に、ホーニング部の逃げ面側部に具えることが好ましい。ホーニング部の逃げ面側部は、特に熱亀裂の進展を抑制するために、低硬度の領域を具えることが好ましい。一方、ホーニング部の内部(チャンファ部)は、塑性変形を抑制するべく、上記低硬度領域を具えていないことが好ましい。このように刃先稜線部において部分的に強靱層を具えた構造にするには、全体に強靱層を具える母材を作製した後、適宜研磨処理などを施して、不要な部分の強靱層を除去するとよい。

[0023] (セラミックス膜)

本発明は、上記母材上にセラミックス膜を具えるものとする。セラミックス膜として具体的には、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜と、上記特定の化合物膜とを具える。 $\alpha$ 型酸化アルミニウムは、高温下での耐酸化性に優れると共に、熱伝導率が低く、熱亀裂を抑制することができる。また、 $\alpha$ 型酸化アルミニウムは、高強度であるだけでなく、被削材に多く用いられている鉄と反応しにくいため、溶着や凝着を生じにくく耐溶着性にも



優れる。更に、 $\alpha$ 型酸化アルミニウムは、溶着からの摩耗を防止して耐摩耗性をも向上させることができる。従って、本発明では、セラミックス膜として、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を1層以上具えることを規定する。

[0024]  $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜の厚さは、2～12  $\mu\text{m}$ とする。厚さが2  $\mu\text{m}$ 未満では耐酸性及び耐熱特性を十分に発揮することが難しく、12  $\mu\text{m}$ 超では膜自体の強度が低下して、工具の欠損を引き起こす。より好ましい厚さは、2.5  $\mu\text{m}$ 以上8.5  $\mu\text{m}$ 以下である。 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を複数層具える場合、合計膜厚が上記の範囲を満たすようにする。

[0025] 本発明では、熱亀裂の進展をより効果的に抑制するべく、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を構成する結晶組織は、粒径が比較的大きい粗い粒子を含有する組織とする。具体的には、粒径3～5  $\mu\text{m}$ の粗い粒子が $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜の表面部に面積比で5～80%存在する組織とする。面積比が5%未満では、微細すぎて熱亀裂の進展を抑制できず、80%超では膜自体の強度が低下して、異常損傷を引き起こす。このような粗粒を含有する組織は、例えば、成膜の際の成長速度を大きくすることや、成膜の際に用いるガス( $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ など)を多めに用いることが挙げられる。なお、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜は、公知の成膜条件にて形成することができる。面積比は、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜が最外層の場合、例えば、所定面積の領域をランダムに複数写真撮影し、各領域内において該当する粒径の結晶粒の面積を求め、これら結晶粒の総面積を観察した全面積にて割った値とすることが挙げられる。写真撮影は、例えば、SEMなどを用いて行うことが挙げられる。また、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜が内層の場合、同膜の上に存在する膜を強酸溶液などで溶解して、同膜を露出させてから上記と同様の手順にて面積比を求めるとよい。

[0026] セラミックス膜において、上記 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜は、内層に形成し、外層は、チタンの化合物膜、即ち、チタンの炭化物、チタンの窒化物、及びチタンの炭窒化物から選択される1種以上で形成することが好ましい。特に、最外層は、使用済み箇所を容易に識別するために、着色層としてチタンの窒化物( $\text{TiN}$ )にて形成とすることが好ましい。酸化アルミニウム膜を最外層とすると、切削加工現場において、工具の使用済みの箇所(コーナー)の識別が行いにくいからである。

- [0027] また、内層に $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を具え、外層にチタンの化合物膜を具えるセラミックス膜の場合、刃先稜線部からブレーカ部の上面、及び座面に被覆されたセラミックス膜のうち外層(最外層も含む)を少なくとも一部除去して、内層の $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を露出させた構成とすると、コーナー識別機能と溶着防止機能との双方の機能を同時に向上させることができる。例えば、ホーニング部、ブレーカ部の上面、座面のいずれかの外層を除去して、内層の $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を露出させてもよいし、ホーニング部及びブレーカ部の上面において $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を露出させてもよい。特に、露出させた $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜の面積と、着色層として形成した窒化チタン膜の面積との比を、 $50\% \leq$ 露出させた $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜の面積/窒化チタン膜の面積 $\leq 95\%$ とすることが好適である。
- [0028] 上記セラミックス膜は、従来行われているCVD法により形成するとよい。具体的には、熱CVD法が挙げられる。
- [0029] 上記セラミックス膜の全体膜厚は、 $3\text{--}25\text{ }\mu\text{m}$ とする。全体膜厚が $3\text{ }\mu\text{m}$ 未満では、膜の特性が得られにくく、 $25\text{ }\mu\text{m}$ 超では、厚すぎて膜自身の強度が低下して、損傷を引き起こす。より好ましい全体膜厚は、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。
- [0030] (表面処理)
- 本発明では、工具の特定の部位において表面が平滑なものとする。具体的には、ホーニング部の内部、ホーニング部の逃げ面側部、及びホーニング部の掬い面側部の表面粗さが十点平均粗さ $R_z$ (基準長さ $5\text{ }\mu\text{m}$ )で $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 以下、ブレーカ部の上部、座面、及び取付孔周りの表面粗さが十点平均粗さ $R_z$ (基準長さ $5\text{ }\mu\text{m}$ )で $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下とする。本発明では、上記のような平滑な表面とすることで、熱亀裂が発生した後、膜表面部での膜破壊を抑制し、膜破壊による被削材の溶着を効果的に抑制することで、工具寿命の延命化を図る。上記各部位において表面粗さが上記の範囲を満たさない場合、膜破壊の抑制効果が十分に得られない。
- [0031] このような本発明工具は、母材上に上記セラミックス膜を設けた後、表面を平滑にする表面処理を施すことで得られる。この平滑化処理は、機械的な研磨処理などが挙げられる。具体的には、ダイヤモンドなどの砥粒及びブラシを用いる研磨処理などが挙げられる。

[0032] 上記構成を具える本発明被覆切削工具は、大切込み及び高送りといった高負荷の切削加工を高効率に行うことができると共に、より長期に亘り安定した加工を行うことができる。具体的には、工具送り速度0.5mm/rev.以上といった高送りの加工であっても、安定した加工を行うことができる。

#### 発明の効果

[0033] 上記構成を具える本発明は、大切込み及び高送りといった高負荷の切削加工であっても、効率的な加工できるように、ノーズ半径を規定すると共に、欠損を防止するべく、刃先稜線部にホーニング処理を施すことを規定する。そして、これらの形状に伴う不具合、即ち、熱亀裂の発生や進展を効果的に防止するべく、各部位を平滑化する。具体的には、ブレーカ部の上部や座面などの掬い面側を平滑にすることで、摩擦係数を低減して、切屑の接触や衝突による発熱を防止し、熱亀裂を防止する。また、ホーニング処理されたホーニング部の内部、同逃げ面側部、同掬い面側部を平滑にすることで、熱亀裂が入ったとしても、その熱亀裂が進展するのを防止する。更に、従来考慮されていなかった取付孔周りをも平滑にすることで、切屑や切粉の衝突による突発的な欠損をも防止する。

[0034] 上記に加えて、本発明は、 $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を具えることで、強度に優れるだけでなく、耐溶着性にも優れる。特に、本発明では、結晶粒径が比較的大きい粗い粒子を存在させることで、熱亀裂によるチッピングをも抑制することができる。また、本発明は、刃先稜線部にセラミックス膜を具えることで、高負荷の切削加工であっても十分な耐摩耗性を具える。このような特性を具えることで、本発明は、鉄道の車輪の粗加工といった高負荷の切削加工に用いても、安定した加工をより長期に亘り行うことができ、しかも、効率的な加工が可能である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0035] 以下、本発明の実施の形態を説明する。

[0036] (試験例1)

母材の原料粉末として、WC、TaC、NbC、TiC、TiN、及びCo粉末を表1に示す組成で所定量配合し、ボールミルにより15時間湿式混合して乾燥した後、特定の形状の圧粉体にプレス成形した。本例では、チップブレーカ付き丸型チップRCMX320900V

に定める形状とした(ノーズ半径:16mm)。この圧粉体を焼結炉内に挿入して、各組成に合わせて1650〜1800Kの温度で、窒素、水素、一酸化炭素、及びアルゴンの混合ガス雰囲気、又は真空雰囲気のいずれかの雰囲気中で、0.5〜3.5時間焼結を行い、母材表層部の硬質相粒子の脱窒作用により強靱層が形成された(脱 $\beta$ 相が析出した)焼結体を作製した。これら焼結体を調べたところ、いずれの母材においても、母材内部に対して表層部の平均ビッカース硬度(500g荷重)が0.3〜1.5GPa低くなっていた。また、強靱層の深さ方向の厚さは、配合する窒化物の量を調整することで変化させた。母材の組成、WCの体積に対するWC以外の硬質相を構成する金属化合物(本例ではTaC、NbC、TiC、TiN)の合計体積の割合(表1のA)、WCの平均粒径(同B)、母材全体の体積に対するCoの体積割合(同C)、強靱層の深さ方向の厚さ(同D)を表1に示す。

[0037] WCの平均粒径、及び強靱層の深さ方向の厚さは、母材の断面を鏡面仕上げした後、村上試薬により腐食させ、その後、その断面を光学顕微鏡観察することにより測定した。

[0038] [表1]

母材 名称	母材の組成（質量％）						A （％）	B μm	C （％）	D μm
	WC	TiC	TiN	TaC	NbC	Co				
a	85.9	1.5	1.0	2.4	1.2	8.0	12.5	2.5	12.5	19.4
b	85.9	1.5	1.0	2.4	1.2	8.0	12.5	0.8	12.5	21.5
c	85.9	1.5	1.0	2.4	1.2	8.0	12.5	1.3	12.5	20.6
d	85.9	1.5	1.0	2.4	1.2	8.0	12.5	4.7	12.5	12.7
e	85.9	1.5	1.0	2.4	1.2	8.0	12.5	5.5	12.5	12.5
f	91.4	0.0	0.3	0.2	0.1	8.0	1.4	2.5	13.1	2.2
g	90.8	0.0	0.3	0.6	0.3	8.0	2.2	2.5	13.1	3.5
h	81.4	1.8	1.0	5.2	2.6	8.0	19.0	2.5	12.2	25.6
i	77.8	1.8	1.0	7.6	3.8	8.0	23.5	2.5	12.1	27.8
j	89.6	1.5	1.0	2.4	1.2	4.3	12.2	2.5	6.9	13.4
k	88.9	1.5	1.0	2.4	1.2	5.0	12.3	2.5	8.0	15.1
l	87.9	1.5	1.0	2.4	1.2	6.0	12.4	2.5	9.5	16.7
m	82.9	1.5	1.0	2.4	1.2	11.0	13.1	2.5	16.8	19.4
n	80.9	1.5	1.0	2.4	1.2	13.0	13.4	2.5	19.6	19.4
o	79.9	1.5	1.0	2.4	1.2	14.0	13.5	2.5	21.0	19.4
p	86.9	1.4	0.1	2.4	1.2	8.0	9.9	2.5	12.7	1.6
q	85.9	2.1	0.4	2.4	1.2	8.0	12.8	2.5	12.5	5.5
r	85.9	0.5	2.0	2.4	1.2	8.0	12.5	2.5	12.4	43.6
s	85.9	0.0	2.5	2.4	1.2	8.0	12.3	2.5	12.5	55.8

[0039] 上記強靱層を有する各母材の刃先稜線部に、ダイヤモンド砥石及びセラミックス砥粒を用いてコンビネーションホーニング処理を施し、ホーニング部を設けた。本例においてコンビネーションホーニングの大きさは、いずれの母材においても同一とし、チャンファホーニング(角度ホーニング):0.2mm×-25°、丸ホーニング:R0.02mmとした。このコンビネーションホーニング処理により、ホーニング部の内部であるチャンファ部の強靱層は全て除去され、ホーニング部の逃げ面側部及び掬い面側部にのみ、強靱層を具える。なお、表2に示す試料Tは、圧粉体の時点でチャンファホーニングを行ったものであり、焼結後において、チャンファ部にも強靱層が存在する試料である。

[0040] 上記ホーニング処理を施した各母材において、熱CVD法により、所定の温度、ガス

、圧力条件により、表2に示すセラミックスからなる多層膜を被覆した。セラミックス膜の組成(膜質)及び膜厚を表2に示す。表2において膜の組成を示す化学式の後ろに付された括弧内の数値が膜厚を示す。

[0041] [表2]

試料	母材	膜質と膜厚 ( $\mu\text{m}$ )						E %
		第 1 層	第 2 層	第 3 層	第 4 層	第 5 層	第 6 層	
A	a	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
B	b	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
C	c	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
D	d	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
E	e	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
F	f	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
G	g	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
H	h	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
I	i	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
J	j	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
K	k	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
L	l	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
M	m	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
N	n	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
O	o	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
P	p	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
Q	q	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
R	r	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
S	s	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
T	a*	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	30
U	a	Ti (CN) (7.3)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (1.5)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	3
V	a	Ti (CN) (4.2)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (7.7)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	60
W	a	Ti (CN) (2.8)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (12.8)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	75
X	a	Ti (CN) (5.5)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (2.2)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	3
Y	a	Ti (CN) (3.4)	Ti (BCN) (0.3)	Ti (BCNO) (0.2)	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (8.7)	Ti (NO) (0.4)	TiN (0.7)	95
Z	a	Ti (CN) (7.2)	Ti (CNO) (0.5)	$\kappa\text{-Al}_2\text{O}_3$ (3.5)	Ti (CN) (0.5)	TiN (0.7)	—	3

[0042] また、酸化アルミニウム膜を構成する結晶粒子のうち、粒径3〜5  $\mu\text{m}$ の結晶粒が同膜の表面部に占める面積比(%)を求めた。その結果も表2に示す(表2のE)。面積比

は、以下のようにして求めた。まず、酸化アルミニウム膜の上に存在するTi系化合物膜(表2において第5層、第6層)を強酸溶液(弗酸を含む)で溶解除去して表面に酸化アルミニウム膜を露出させた。次に、露出させた酸化アルミニウム膜をSEM(8000倍)にて、 $200\mu\text{m}^2$ の領域をランダムに5ヶ所観察・写真撮影した後、結晶粒子の粒径を測定した。そして、各領域において、粒径 $3\sim 5\mu\text{m}$ の結晶粒の面積を求め、全観察面積(5ヶ所の領域の合計面積)で割ることで面積比を算出した。また、試料U-Yは、成膜の際の成長速度を変化させることで、酸化アルミニウムの粒度分布を変化させた。

[0043] 上記セラミックス膜を被覆した各試料において、ダイヤモンド砥粒を用いたブラシで、機械的研磨を施した。図1は、本例で作製した被覆切削工具の一部を示す概略模式断面図である。本例では、ホーニング部1の内部(チャンファ部2)、ホーニング部1の逃げ面側部3、ホーニング部1の掬い面側部4において、所定の表面粗さとなるように掬い面側から研磨処理を施した。表3に各部位の表面粗さ $R_z$ (十点平均粗さ;基準長さ $5\mu\text{m}$ )を示す(表3のF:チャンファ部の表面粗さ $R_z$ 、G:逃げ面側部の表面粗さ $R_z$ 、H:掬い面側部の表面粗さ $R_z$ )。また、上記各部位に加えて、ブレーカ部5の上部5'、座面6、取付孔周り7においても同様に研磨処理を施し、全ての試料において、これらの部位(上部5'、座面6、取付孔周り7)の表面粗さ $R_z$ (十点平均粗さ;基準長さ $5\mu\text{m}$ )を $0.5\mu\text{m}$ 以下とした。本例において表面粗さは、上記と同様にしてセラミックス膜を被覆した後、機械的研磨を施した工具を作製し、その断面を5千~5万倍で観察することで求めた。後述する試験例2についても同様である。なお、図1において太線で示される個所が機械的研磨を施した部分である。

[0044] 上記のように成膜後、表面処理を施して得られた各工具を用いて以下の条件で湿式連続切削試験を行い、熱亀裂の本数、 $V_B$  摩耗量(逃げ面摩耗量)、チッピングの有無を測定した。切削時間が20分未満で切削不能となった工具は、加工を止めた時点の熱亀裂の本数、 $V_B$  摩耗量、チッピングの有無を測定した。また、大破や欠損により $V_B$  摩耗量が測定できなかった工具については $V_B$  摩耗量を記載していない。これらの点は、後述する試験例2についても同様である。表3に試験結果を示す。

[0045] (切削試験条件)

被削材:JIS・SCM435の丸棒

切削速度:150m/min

送り:2.0mm/rev.

切込み:3.5mm

切削時間:最大20分

※この切削試験条件は、鉄道の車輪を粗加工する際の条件にほぼ相当し得るものである。

[0046] [表3]



工具 No.	使用 試料	F $\mu\text{m}$	G $\mu\text{m}$	H $\mu\text{m}$	切削可能 時間(分)	熱亀裂 (本)	チップ ング	$V_B$ 摩耗量 (mm)
1	A	0.15	0.16	0.11	20	4	無し	0.167
2	C	0.13	0.08	0.05	20	3	無し	0.154
3	D	0.17	0.11	0.13	20	4	無し	0.186
4	G	0.15	0.11	0.12	20	1	無し	0.196
5	H	0.15	0.10	0.15	20	7	無し	0.139
6	K	0.16	0.16	0.16	20	4	無し	0.155
7	L	0.11	0.09	0.12	20	4	無し	0.146
8	M	0.17	0.16	0.11	20	3	無し	0.212
9	N	0.16	0.15	0.16	20	4	無し	0.22
10	P	0.11	0.07	0.13	20	4	有り	0.157
11	Q	0.16	0.16	0.2	20	3	無し	0.16
12	R	0.10	0.11	0.11	20	3	無し	0.178
13	S	0.12	0.09	0.15	20	3	無し	0.235
14	T	0.15	0.13	0.13	20	4	無し	0.233
15	V	0.19	0.20	0.19	20	5	無し	0.205
21	B	0.07	0.06	0.08	5	0	欠損	
22	E	0.19	0.17	0.16	15	5	有り	0.465
23	F	0.14	0.14	0.14	17	1	無し	0.423
24	I	0.15	0.13	0.14	19	9	欠損	
25	J	0.13	0.12	0.12	3	1	欠損	
26	O	0.13	0.11	0.1	18	4	無し	0.491
27	U	0.18	0.18	0.15	13	4	有り	0.214
28	W	0.11	0.08	0.12	6	-	大破	
29	X	0.18	0.15	0.15	15	6	有り	0.236
30	Y	0.05	0.05	0.05	10	4	有り	0.225
31	Z	0.11	0.08	0.12	8	5	有り	0.346
32	A	1.51	1.65	1.33	5	-	大破	

[0047] 表3に示すように、工具No.1～15は、高送り及び大切込みといった高負荷の切削加工を行っても、正常な損傷であった。具体的には、熱亀裂が生じていても進展することがほとんどないことで熱亀裂による欠損がなく、いずれも20分まで切削が可能であ

った。また、工具No.1〜15は $V_B$  摩耗量も、0.139〜0.235mmまでの適正量であった。更に、いずれの工具No.1〜15も、ブレーカ部の上部や座面、取付孔周りにおいて欠損が生じることがなかった。

[0048] なお、工具No.10は、20分間切削可能であったが、強靱層の厚みが薄いことで、他の工具よりも靱性が小さく、チッピングが見られ、逆に強靱層の厚みが厚い工具No.13は、他の試料よりも硬度が小さく、 $V_B$  摩耗量が大きくなっていた。工具No.14は、チャンファ部に強靱層を具えることで、他の工具よりも塑性変形が大きい傾向にあった。

[0049] 一方、工具No.21〜32は、いずれも、熱亀裂による欠損が生じたり、チッピングが生じたり、 $V_B$  摩耗量が多かったり、大破してしまうものもあった。具体的には、工具No.21は、WCの平均粒径が小さいことから、熱亀裂の進展が急速に進み、非常に短時間で欠損が生じ、逆に工具No.22は、WCの平均粒径が大きいことから、熱亀裂表面近傍において、WC粒子ごと脱落して、15分で切削不能になった。硬質相においてWC以外の化合物が少ない工具No.23は、塑性変形が発生して $V_B$  摩耗量が多くなって17分で切削不能となり、WC以外の化合物が多い工具No.24は、多数の熱亀裂が発生し、19分で熱亀裂による欠損のため切削不能となった。結合相量が少ない工具No.25は、全体の強度が不足して3分で欠損が生じ、結合相量が多い工具No.26は、塑性変形して $V_B$  摩耗量が多くなって切削不能となった。

[0050] 酸化アルミニウム膜が薄い工具No.27、酸化アルミニウム膜を構成する結晶粒が細かい工具No.29は、熱亀裂の本数、 $V_B$  摩耗量は適正だが、熱亀裂が進展して熱亀裂表面付近の膜が脱落して切削不能となった。酸化アルミニウム膜が厚い工具No.28は、強度が不足して大破した。工具No.30は、酸化アルミニウムの結晶粒が粗すぎて、熱亀裂表面付近の膜が脱落して切削不能となった。工具No.31は、高温で不安定な $\kappa$ 型酸化アルミニウム膜を施していたため、早期に膜が破壊、剥離してしまい異常損傷となった。また、ホーニング部の平滑化処理を行わなかった工具No.32は、摩耗係数と切削抵抗が高くなって大破した。

[0051] 上記試験結果から、本発明被覆切削工具は、大切込み及び高送りといった高負荷の切削加工であっても、熱亀裂による欠損が生じにくく、長期に亘り安定した加工を

行えることが確認された。

[0052] (試験例2)

試験例1で作製した試料Aと同様の構成のチップを複数作製した。いずれのチップも、セラミックス膜を成膜後、試験例1と同様にダイヤモンド砥粒を用いたブラシで機械的研磨を施した。本試験では、いずれの工具も、ホーニング部の内部、ホーニング部の逃げ面側部、ホーニング部の掬い面側部の表面粗さRz(十点平均粗さ;基準長さ5 $\mu$ m)を0.2 $\mu$ m以下とした。そして、ブレーカ部の上部、座面、取付孔周りにおいても同様に研磨処理を施し、各部位の表面粗さを変化させた。表4に各部位の表面粗さRzを示す。表4において、Iはブレーカ部の上部の表面粗さRz、Jは座面の表面粗さRz、Kは取付孔周りの表面粗さRzを示す。

[0053] 上記表面処理を施した各工具について、上記試験例1と同様の条件で湿式連続切削試験を行い、熱亀裂の本数、 $V_B$  摩耗量、チッピングの有無を測定した。その結果も表4に示す。

[0054] [表4]

工具 No.	使用 試料	I $\mu$ m	J $\mu$ m	K $\mu$ m	切削可能 時間(分)	熱亀裂 (本)	チッ ピング	$V_B$ 摩耗量 (mm)
16	A	0.46	0.45	0.43	20	4	無し	0.177
33	A	0.48	1.35	1.45	2	-	大破	
34	A	1.44	0.39	1.56	2	-	大破	
35	A	1.42	1.39	0.39	5	-	大破	
36	A	1.5	1.75	1.34	1	-	大破	

[0055] 表4に示すように、ブレーカ部の上部、座面、取付孔周りを平滑にした工具No.16は、高送り及び大切込みといった高負荷の切削加工を行っても、正常な損傷であり、20分間の加工が可能であった。これに対し、ブレーカ部の上部、座面、及び取付孔周りの少なくとも一つの表面が粗い工具No.33〜36は、いずれも大破した。工具No.33、34は、切屑が取付孔周りに当って大破し、工具No.35は、切屑処理が不安定で、切粉が絡まり大破した。そして、工具No.36は、試験開始直後に大破してしまった。この試験結果から、上記のような高負荷の切削加工を行う場合、刃先稜線部だけでなく、

ブレーカ部の上部、座面、取付孔周りをも平滑にしておくことが好ましいことが確認された。

[0056] (試験例3)

試験例1で作製した試料Aと同様の構成のチップを複数作製した。そして、ホーニング部、ブレーカ部の上面、座面に被覆されたセラミックス膜において、ダイヤモンド砥粒を用いたブラシで機械的研磨を施し、第5層のTi(NO)膜、及び第6層(最外層)のTiN膜を除去して、第4層の $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を露出させた。本試験では、いずれの工具も、ホーニング部の内部、ホーニング部の逃げ面側部、ホーニング部の掬い面側部の表面粗さRz(十点平均粗さ;基準長さ5 $\mu$ m)を0.2 $\mu$ m以下、ブレーカ部の上部、座面、取付孔周りの表面粗さRz(十点平均粗さ;基準長さ5 $\mu$ m)を0.5 $\mu$ m以下とした。

[0057] 上記表面処理を施した各工具について、上記試験例1と同様の条件で湿式連続切削試験を行い、熱亀裂の本数、 $V_B$  摩耗量、チッピングの有無を測定した。その結果を表5に示す。

[0058] [表5]

工具 No.	使用 試料	最外層			切削可能 時間(分)	熱亀裂 (本)	チッ ピ ン グ	$V_B$ 摩耗量 (mm)
		ホーニング部	ブレーカ部の 上部	座面				
17	A	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 露出	TiN	TiN	20	2	無	0.165
18	A	TiN	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 露出	TiN	20	3	無	0.158
19	A	TiN	TiN	$\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 露出	20	3	無	0.162
20	A	TiN	TiN	TiN	20	4	無	0.179

[0059] 表5に示すように、ホーニング部、ブレーカ部の上部、座面のいずれかにおいて内層の $\alpha$ 型酸化アルミニウム膜を露出させた構成とすることで、被削材との溶着が防止されて耐摩耗性が向上し、より安定した切削加工を行うことができた。

### 産業上の利用可能性

[0060] 本発明工具は、大切込み及び高送りといった高負荷の切削加工に適する。より具体的には、例えば、鉄道の車輪などの粗加工に適する。

### 図面の簡単な説明

[0061] [図1]本発明被覆超硬合金工具の刃先付近の概略模式断面図である。

### 符号の説明

[0062] 1 ホーニング部 2 チャンファ部 3 逃げ面側部 4 掬い面側部  
5 ブレーカ部 5' ブレーカ部の上部 6 座面 7 取付孔周り

## 請求の範囲

[1] 母材上にセラミックス膜を具える被覆切削工具であって、  
前記母材は、

周期律表4a、5a、6a族金属の炭化物(WCを除く)、窒化物及び炭窒化物よりなる群から選ばれる1種以上の金属化合物とWCとからなる硬質相と、1種以上の鉄族金属からなる結合相とからなり、

前記硬質相において、前記WCの体積に対する前記金属化合物の合計体積の割合が1.5〜20%、WCの平均粒径が1〜5  $\mu\text{m}$ であり、

前記結合相は、少なくともCoを含み、母材全体の体積に対する結合相の体積割合が7〜20%であり、

ホーニング部を有する刃先稜線部と、刃先稜線部に繋がる掬い面に設けられたブレーカ部及び座面と、ホルダに固定するための取付孔とを具え、

前記ホーニング部は、丸ホーニング又はコンビネーションホーニングが施され、ノーズ半径が1.6mm以上であり、

前記セラミックス膜は、

$\alpha$  型酸化アルミニウム膜と、

周期律表4a、5a、6a族金属の炭化物、窒化物、酸化物、炭窒化物、炭酸化物、炭窒酸化物、硼窒化物、硼炭窒酸化物及び酸化アルミニウムよりなる群から選ばれる1種以上の化合物膜とを具え、

前記  $\alpha$  型酸化アルミニウム膜は、

膜厚が2〜12  $\mu\text{m}$ であり、

粒径3〜5  $\mu\text{m}$ の粒子が  $\alpha$  型酸化アルミニウム膜の表面部において面積比で5〜80%存在し、

セラミックス膜全体の膜厚が3〜25  $\mu\text{m}$ であり、

前記ホーニング部の内部、ホーニング部の逃げ面側部、及びホーニング部の掬い面側部の表面粗さが十点平均粗さRz(基準長さ5  $\mu\text{m}$ )で0.2  $\mu\text{m}$ 以下であり、

前記ブレーカ部の上部、座面、及び取付孔周りの表面粗さが十点平均粗さRz(基準長さ5  $\mu\text{m}$ )で0.5  $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする被覆切削工具。

- [2] セラミックス膜のうち外層は、チタンの化合物、最外層は、チタンの窒化物からなり、刃先稜線部からブレーカ部の上面、及び座面に被覆されたセラミックス膜のうち外層が少なくとも一部除去されており、  
前記外層が除去された部分には、 $\alpha$  型酸化アルミニウム膜が露出していることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の被覆切削工具。
- [3] 母材の表層部には、平均ビッカース硬度(500g荷重)が母材内部よりも0.3～1.5GPa低い強靱層を具え、  
前記強靱層の厚みは、深さ方向に2～50  $\mu$  mであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の被覆切削工具。
- [4] ホーニング部には、コンビネーションホーニングが施され、  
ホーニング部の内部には強靱層を具えず、ホーニング部の逃げ面側部に強靱層を具えることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の被覆切削工具。
- [5] 請求の範囲第1項～第4項のいずれかに記載の被覆切削工具を用いて、工具送り速度0.5mm/rev.以上で被削材を切削することを特徴とする切削方法。

## 補正書の請求の範囲

[2005年8月9日(09.08.05)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1-5は補正された。]

[1] (補正後) 母材上にセラミックス膜を具える鉄道車輪切削用丸型チップであって、  
前記母材は、

周期律表 4a、5a、6a 族金属の炭化物(WC を除く)、窒化物及び炭窒化物よりなる群から選ばれる 1 種以上の金属化合物と WC とからなる硬質相と、1 種以上の鉄族金属からなる結合相とからなり、

前記硬質相において、前記 WC の体積に対する前記金属化合物の合計体積の割合が 1.5~20%、WC の平均粒径が 1~5  $\mu\text{m}$  であり、

前記結合相は、少なくとも Co を含み、母材全体の体積に対する結合相の体積割合が 7~20%であり、

ホーニング部を有する刃先稜線部と、刃先稜線部に繋がる掬い面に設けられたブレーカ部及び座面と、ホルダに固定するための取付孔とを具え、

前記ホーニング部は、丸ホーニング又はコンビネーションホーニングが施され、ノーズ半径が 1.6mm 以上であり、

前記セラミックス膜は、

$\alpha$  型酸化アルミニウム膜と、

周期律表 4a、5a、6a 族金属の炭化物、窒化物、酸化物、炭窒化物、炭酸化物、炭窒酸化物、硼窒化物、硼炭窒酸化物及び酸化アルミニウムよりなる群から選ばれる 1 種以上の化合物膜とを具え、

前記  $\alpha$  型酸化アルミニウム膜は、

膜厚が 2~12  $\mu\text{m}$  であり、

粒径 3~5  $\mu\text{m}$  の粒子が  $\alpha$  型酸化アルミニウム膜の表面部において面積比で 5~80%存在し、

セラミックス膜全体の膜厚が 3~25  $\mu\text{m}$  であり、

前記ホーニング部の内部、ホーニング部の逃げ面側部、及びホーニング部の掬い面側部の表面粗さが十点平均粗さ  $R_z$  (基準長さ 5  $\mu\text{m}$ ) で 0.2  $\mu\text{m}$  以下であり、

前記ブレーカ部の上部、座面、及び取付孔周りの表面粗さが十点平均粗さ  $R_z$  (基準長さ 5  $\mu\text{m}$ ) で 0.5  $\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする鉄道車輪切削用丸型チップ。



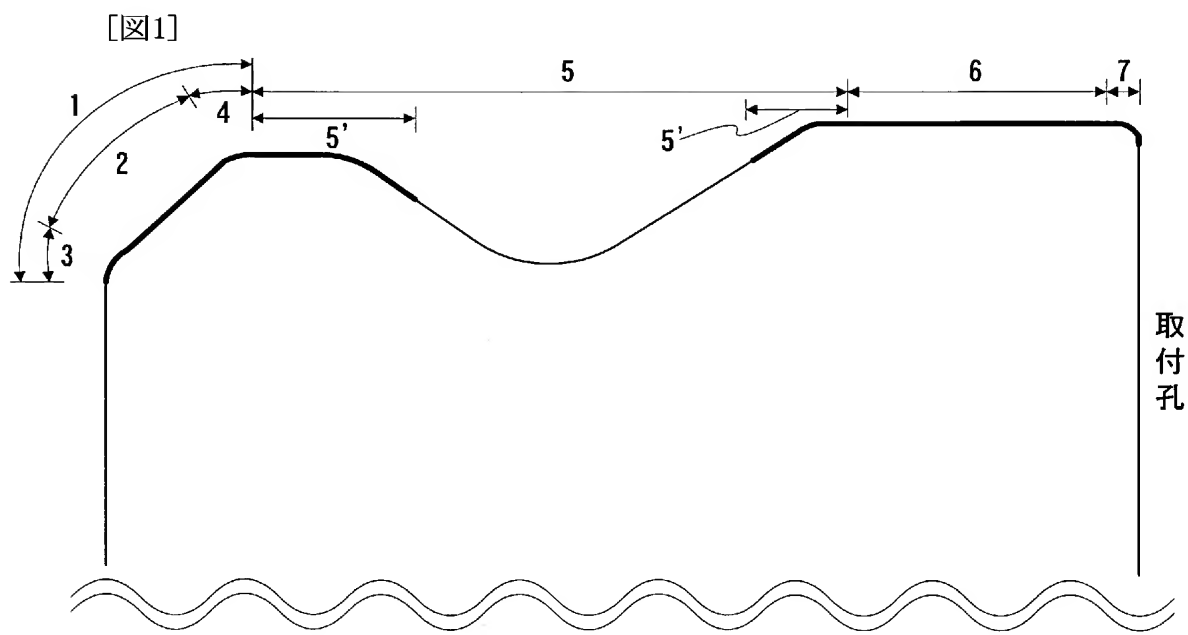
- [2] (補正後) セラミックス膜のうち外層は、チタンの化合物、最外層は、チタンの窒化物からなり、  
刃先稜線部からブレーカ部の上面、及び座面に被覆されたセラミックス膜のうち外層が少なくとも一部除去されており、  
前記外層が除去された部分には、 $\alpha$  型酸化アルミニウム膜が露出していることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の鉄道車輪切削用丸型チップ。
- [3] (補正後) 母材の表層部には、平均ビッカース硬度 (500g 荷重) が母材内部よりも 0.3~1.5GPa 低い強靱層を具え、  
前記強靱層の厚みは、深さ方向に 2~50  $\mu\text{m}$  であることを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の鉄道車輪切削用丸型チップ。
- [4] (補正後) ホーニング部には、コンビネーションホーニングが施され、  
ホーニング部の内部には強靱層を具えず、ホーニング部の逃げ面側部に強靱層を具えることを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の鉄道車輪切削用丸型チップ。
- [5] (補正後) 請求の範囲第 1 項~第 4 項のいずれかに記載の鉄道車輪切削用丸型チップを用いて、工具送り速度 0.5mm/rev. 以上で被削材を切削することを特徴とする切削方法。

## 条約 19 条に基づく説明書

請求の範囲第 1 項～第 5 項において、被覆切削工具は、鉄道車輪切削用丸型チップであることを明確にした。

国際調査報告で引用された文献 1～4 のいずれにも、鉄道車輪の切削加工を行うこと、及び後述するように鉄道車輪の切削加工を考慮した構成が記載されていない。文献 1 に記載の工具は、フライス加工を行うミーリング工具であり、鉄道車輪の切削加工に用いるものではない。文献 2 に記載のチップは、高硬度な被削材に軽負荷加工を行っている。文献 3 には、被削材を鋼や鋳鉄とすることが記載されているに過ぎず、文献 4 には、切削試験において送りを 0.51mm/rev. としたことが記載されているに過ぎない。

本発明チップは、鉄道車輪の切削加工といった極めて高負荷加工においてより安定した切削を行うことができるように、母材の組成及び被覆膜の組成、厚さを特定すると共に、チップの特定箇所において被覆膜表面を平滑にすることを規定する。特に、本発明チップは、従来考慮されていなかったブレーカ部の上部、座面、取付孔周りをも平滑にすることで、鉄道車輪の切削加工を長期に亘り安定して行うことができるという効果を得たものである。



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004295

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> B23B27/14  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> B23B27/14, B23P15/28, B23C5/16, B23B51/00, C23C14/06, C23C16/30  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-94230 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 03 April, 2003 (03.04.03), Claims; Par. Nos. [0038], [0055]; Fig. 1 (Family: none)	1-3, 5
Y	JP 2003-175408 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 June, 2003 (24.06.03), Claims & US 6612786 B1 & EP 1122010 A1	1-3, 5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 May, 2005 (31.05.05)		Date of mailing of the international search report 14 June, 2005 (14.06.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004295

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-141107 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 23 May, 2000 (23.05.00), Par. Nos. [0020], [0023] & US 6187421 B1 & EP 0965404 A1 & WO 1999/024198 A1	3
Y	JP 5-57507 A (Kyocera Corp.), 09 March, 1993 (09.03.93), Par. No. [0018] (Family: none)	5
A	JP 7-252579 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 03 October, 1995 (03.10.95), Par. No. [0044] (Family: none)	2

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> B23B27/14

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> B23B27/14, B23P15/28, B23C5/16, B23B51/00, C23C14/06, C23C16/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-94230 A (住友電気工業株式会社) 2003. 04. 03, 特許請求の 範囲, 段落【0038】, 段落【0055】, 図1 (ファミリーなし)	1-3, 5
Y	JP 2003-175408 A (住友電気工業株式会社) 2003. 06. 24, 特許請求 の範囲 & US 6612786 B1 & EP 1122010 A1	1-3, 5
Y	JP 2000-141107 A (住友電気工業株式会社) 2000. 05. 23, 段落【0020】, 段落【0023】 & US 6187421 B1 & EP 0965404 A1 & WO 1999/024198 A1	3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31. 05. 2005

国際調査報告の発送日

14. 6. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田村 嘉章

3 C

3 2 1 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 5-57507 A (京セラ株式会社) 1993. 03. 09, 段落【0018】 (ファミリーなし)	5
A	JP 7-252579 A (住友電気工業株式会社) 1995. 10. 03, 段落【0044】 (ファミリーなし)	2